FORMACIÓN CONTINUADA/ CONTINUING EDUCATION

Técnicas de saneamiento a bordo: agua potable

J. Manzanares Sacristán

Sección de Farmacia. Armada Española. Hospital General de la Defensa. Cádiz (España)

RESUMEN
Abordaremos el tema del agua potable dentro del apartado de las técnicas de saneamiento abordo justificando porque es un tema de prevención de riesgos, dentro del apartado higiene. Describiremos cuales son las fuentes de agua, necesidades, sistemas de abastecimiento, procedimientos de depuración, calidad del agua, toma de muestras y control de potabilidad, así como su marco legislativo.
Palabras clave: Higiene, Programa de Prevención de Riesgos en el ambiente de trabajo, Navíos, Saneamiento, Agua

SANITATION TECHNIQUES ON BOARD: DRINKABLE WATER
ABSTRACT
We will approach the topic of the drinkable water inside the section of sanitation techniques . We'll justify why this is a subject of risk prevention, as part of the hygiene. We will describe which are the water sources, the needs, the systems for water supply, procedures of purification, quality of the water, how to take samples for control of potability, as well as its legislative frame.
Keywords: Hygiene, Program of Risk Prevention on Working Environment, Ships, Sanitation, Water

TECHNIQUES D'ASSAINISSEMENT À BORD: L'EAU POTABLE
RESUMÉ
Nous traiterons le sujet de l'eau potable comme une technique d'assainissement. Il faut justifier que deux-ci est un sujet de prévention de risques que apartient à l'hygiène. Nous décrirons quelles sont les sources d'eau, les nécessités, les systèmes d'approvisionnement, les procédures dedépuration, la qualité de l'eau, la pri Nous aborderons le sujet de l'eau potable à l'intérieur de la partie des techniques d'assainissement j'aborde en justifiant parce que c'est un sujet de prévention de risques, à l'intérieur de la partie l'hygiène. Nous décrirons lesquels sont les fontaines(sources) d'eau, de nécessités, les systèmes d'approvisionnement, les procédures(procédés) d'épuration, la qualité de l'eau, la prise d'échantillons et contrôle de potabilité, ainsi que son cadre législatif.se d'échantillons et contrôle de potabilité, ainsi que son cadre législatif.
Mots clé : Hygiene, Programme de prevention de risques au travail, Navires, Assainisseement, Eau

INTRODUCCIÓN

Un barco es una ciudad flotante, de tal forma que todo lo de ella es extrapolable al barco con una serie de problemas añadidos, como son: su espacio limitado, y su movilidad, por lo que se ve sujeto a leyes y normas nacionales e internacionales que son necesarias cumplir.
Los problemas de higiene en los barcos, tanto mercantes como de guerra, son muy variados, pero quizás el más delicado de todos es el del agua potable en sus distintas facetas de aprovisionamiento, almacenamiento y distribución, así como el de la propia producción en el barco durante las navegaciones.

FUENTES DE AGUA

Todos los puertos cuentan con sistemas de suministro de agua pura para bebida, y el agua que se tome debe hacerse en los puntos de suministro certificados por las Autoridades Sanitarias.

El Patrón o Comandante del barco u Oficial responsable del suministro de agua debe indagar si las tomas son de agua potable o no. Si es necesario hacer tratamiento o purificación a bordo, el método elegido debe ser el que convenga mejor al agua suministrada, de acuerdo con las recomendaciones de la Autoridad portuaria correspondiente, y que sea más fácil llevar a cabo por los oficiales y dotación del barco.

Correspondencia/ *Correspondence to:*Jesús Manzanares Sacristán. Sección de Farmacia. Hospital General de la Defensa. Paseo Capitán Conforto, s/n, 11100 San Fernando, Cadiz (España). E-mail: jmansac@oc.mde.es

Recibido/ *Received:* 01-02-2010 **Aceptado**/ *Accepted:* 20-04-2011
Med Marit 2011;11(1):79-87.

El agua puede producirse a bordo mediante destilación o desalinización del agua del mar, pero lo más habitual (y sobre todo en barcos pequeños) es que provenga de puerto, en cuyo caso puede haber sido tratada en tierra; ante la duda será tratada a bordo para asegurar su potabilidad y proteger la salud de la tripulación.

La elección del sistema de suministro de agua del barco, es decir, de fuentes, de la costa o por la propia destilación de agua de mar, es una cuestión meramente económica de los car-gueros, ya que estos barcos recalan frecuentemente en puertos. En muchas ocasiones, no se pueden utilizar los sistemas de destilación porque se está poco tiempo en las zonas en las que el agua reúne condiciones para poder ser destilada. Por otro lado, en los barcos especializados que pasan largos periodos en alta mar (barcos de pesca, barcos de investigación e hidrográficos o incluso los barcos sin una ruta preestablecida) los sistemas de destilación pueden ser los únicos para asegurar un abastecimiento ilimitado de agua fresca.

El funcionamiento de las plantas de destilación de agua de mar es una responsabilidad más de la tripulación, ya que se tiene que comprobar el buen estado de los equipos de destilación y purificación así como la desconexión de las plantas desalinizadoras durante la navegación por aguas altamente contaminadas. Generalmente se consideran polucionadas aquellas aguas que están a menos de doce millas de la costa, las zonas de desagüe de productos aceitosos y las de desechos de pesca de los grandes barcos factoría de las flotas pesqueras.

El sistema de ósmosis inversa es un sistema de producción caro, pero en un futuro cercano presentará un coste razonable, desplazando a los sistemas que utilizan hoy en día.

NECESIDADES

El consumo de agua en un barco depende de muchos factores, como la posibilidad de disponer de la suficiente cantidad de agua caliente o fría a partir del sistema de suministro del barco, el nivel de higiene de la tripulación, y el equipo sanitario en los alojamientos y zonas de trabajo

Al realizar el suministro de agua potable tendremos en cuenta unas necesidades mínimas por tripulante y día de 32 litros para bebida y cocina y 88 litros para lavado. Estas cantidades pueden incrementarse para disponer de mayores facilidades higiénicas, alcanzándose consumos de unos 200 litros/tripulante/día (tabla 1).

El consumo también va a depender del tipo de barco y zona de navegación, por lo que habrá que aumentar el suministro para navegación por aguas cálidas.

Tabla 1: Previsión de consumo de agua / *Water consumption provision*

Uso del agua	Consumo de agua (litros por persona y día)
Aseo de la mañana	10
Baño después de la guardia	70
Lavado de manos antes de las comidas	15
Preparación de las comidas y lavado de platos	30
Lavado de manos tras realización de necesidades	10
Cisternas de retretes	35
Lavandería	25
Limpieza de alojamientos	5
Total	200

Tomado de Sobol. Z, El suministro de agua en el barco.

La legislación española establece que la cantidad mínima que debe suministrarse para la alimentación y satisfacción de las necesidades humanas será la necesaria para el desarrollo de su actividad y en ningún caso inferior a 100 litros/individuo/día. Cuando se consideran otras necesidades además de las puramente fisiológicas y esenciales, la cantidad sería superior, del orden de 400 litros/individuo/día.

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO

Los barcos para asegurar su abastecimiento y distribución de agua de bebida a bordo disponen de tanques de almacenamiento, equipos de bombeo y sistemas de distribución.

Cuando el barco se encuentra amarrado en puerto, el sistema de distribución de agua del barco se conecta con la red de abastecimiento de agua del propio puerto. Pero cuando el barco se encuentra navegando la distribución de agua en el barco se realiza a partir del agua almacenada en el propio barco o mediante los Aljibes que son embarcaciones construidas y equipadas de modo especial para recibir agua y suministrarla, tanto potable como no potable, a otros barcos si no es posible hacerlo desde tierra. El agua que vaya a utilizarse como potable a bordo, debe protegerse sanitariamente desde su punto de origen, en tierra, a través de toda la red de distribución del muelle, comprendidas las conexiones con el sistema de distribución del barco, y dentro de éste, hasta las tomas, de modo que se evite su contaminación durante las operaciones de a bordo. El circuito de agua potable ha de ser absolutamente independiente del resto de las canalizaciones del buque,

80

especialmente de los circuitos de aguas residuales. Debe estar construido con materiales resistentes a la corrosión y no tóxicos. Constará de dispositivos antirreflujo y filtros en los respiraderos de los depósitos, que impidan el paso a insectos y roedores, e indicadores automáticos de nivel, que eviten el uso de varillas.

La organización de sistemas para el abastecimiento de agua a instalaciones portuarias y barcos difiere considerablemente del abastecimiento convencional de agua en tierra. Aunque las autoridades portuarias pueden recibir agua potable de una red municipal o privada, suelen contar con instalaciones especiales para gestionar el agua en el puerto. El agua puede sufrir contaminación microbiana o química durante su transferencia del puerto al barco.

A diferencia de las instalaciones en tierra, en los barcos hay numerosos sistemas de fontanería de agua potable, de agua de mar, de residuos y de combustible- encajados en un espacio relativamente confinado. Estos sistemas suelen ser extensos y complejos, lo que dificulta su inspección, reparación y mantenimiento. Varios brotes de enfermedades transmitidas por el agua en barcos han sido ocasionados por la contaminación del agua potable después de su transferencia al barco, por ejemplo, por aguas residuales o de sentina, debido a un diseño y construcción deficientes de los sistemas de almacenamiento de agua. Durante la distribución del agua, puede ser difícil evitar el deterioro de su calidad debido a la existencia de agua estancada y puntos ciegos.

La distribución del agua en los barcos puede también ofrecer más oportunidades de contaminación que en tierra, debido a que el movimiento del barco puede ocasionar subidas de presión y reflujo.

El agua potable deberá almacenarse en uno o más depósitos construidos, ubicados y protegidos de forma que se evite su contaminación. Las conducciones de agua potable deben estar protegidas y ubicadas de forma tal que no queden sumergidas en agua de sentina ni pasen por depósitos que almacenen líquidos no potables.

El patrón del barco debe asegurarse de que la tripulación y los pasajeros reciben un abastecimiento de agua de consumo suficiente e ininterrumpido y que no se contamina el sistema de distribución. Los sistemas de distribución de los barcos son especialmente vulnerables a la contaminación cuando se producen caídas de la presión, por lo que deben instalarse válvulas de reflujo para evitar la contaminación del agua en tales situaciones.

PROCEDIMIENTOS DE DEPURACIÓN

La autoridad portuaria es responsable de proporcionar agua potable inocua para el repostaje de los barcos. Normalmente, el patrón del barco no podrá controlar directamente la contaminación del agua proporcionada en el puerto.
Por el contrario, el patrón del barco es el responsable del control del agua dentro del mismo. El control se centra principalmente en la verificación de los procesos de gestión. Las medidas de control incluyen en la tabla 2:

Tabla 2: Medidas de control del sistema de agua potable / *Control measures of the system of drinking water*

- Calidad del agua de origen
- Limpieza y buen estado de las tomas de agua y mangueras
- Residuos de desinfectantes y el pH (por ejemplo diariamente)
- Válvulas de reflujo (por ejemplo de una vez al mes a una vez al año)
- Filtros (antes y durante cada uso)
- Calidad microbiológica del agua tratada particularmente tras realizar operaciones de
- Mantenimiento o reparaciones.

La frecuencia del control dependerá de diversos factores, como veremos más adelante, en el punto 6.4

El agua almacenada en un barco durante largo tiempo se puede contaminar, por lo que debe ser desinfectada.

La desinfección de las aguas puede realizarse por múltiples procedimientos: por filtración, calor, ultrasonidos, radiaciones ultravioletas, o por desinfectantes químicos. La legislación española solo permite para el tratamiento de aguas de consumo público los siguientes desinfectantes químicos:
- Cloro y sus compuestos, como: hipoclorito, cloraminas.
- Sales de plata.
- Ozono.
- Permanganato potásico.

En la tabla 3, se muestra una clasificación cualitativa de procesos de tratamiento en función
de su complejidad técnica.

Tabla 3: Tratamiento del agua en función de su complejidad técnica y costo/ *Treatment of the water according its technical complexity and cost*

Categoría	Ejemplos de procesos de tratamiento
1	Cloración simple
2	Precloración y filtración
3	Coagulación química
4	Tratamiento con carbón activado granular Intercambio de iones
5	Ozonización
6	Procesos de oxidación avanzados Tratamiento con membranas

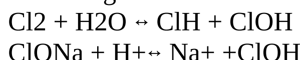
No obstante, nos vamos a centrar en la CLORACIÓN al ser el método de desinfección más comúnmente empleado.

5.1 CLORACIÓN

Es el sistema más sencillo, práctico y seguro

La finalidad principal de la cloración es la desinfección microbiana. El principio de la desinfección con cloro sobrante consiste en añadir cloro a la dosis necesaria para oxidar todos los compuestos orgánicos, el hierro, el manganeso y las demás sustancias en estado de reducción que contenga el agua en tratamiento y para oxidar el amoníaco libre que hubiera en el agua captada a fin de que quede un residuo de cloro libre más activo que el cloro combinado residual, es decir, las cloraminas.

Aun hoy día no se conoce el mecanismo de la acción desinfectante del cloro, habiéndose propuesto varias teorías que tratan de explicarlo. Una de ellas expone que la hidrólisis del cloro molecular o la acidificación de un hipoclorito da lugar a la formación de ácido hipocloroso, que sería el agente desinfectante:



$Cl2 + H2O \leftrightarrow ClH + ClOH$

$ClONa + H+ \leftrightarrow Na+ +ClOH$

5.1.1 Métodos de cloración

. Cloración limitada: se añaden las dosis necesarias del clorógeno hasta conseguir concentraciones de cloro residual de 0,1 a 0,2 ppm, después de 10 minutos de contacto, es un método de aplicación individual.

. Supercloración sistemática: se añaden dosis muy superiores a la demanda de cloro calculada y en un segundo paso se neutraliza el exceso de cloro añadiendo hiposulfito.

. Cloración al punto de ruptura: Consiste en añadir el clorógeno a las dosis necesarias para oxidar todos los compuestos orgánicos que contenga el agua, para que al final que de la proporción deseada de cloro residual libre.

El cloro se va añadiendo gradualmente, hasta que el cloro residual combinado que se detecta alcanza un mínimo, momento que es denominado punto de ruptura, en el que se ha conseguido la desinfección del agua.

A partir de este momento la adición de cloro conduce a un aumento del cloro residual libre lo que proporciona un margen de seguridad ante eventuales contaminaciones posteriores (figura 1).

La adecuada cloración garantiza la salubridad de un agua. El nivel de cloro libre en un agua, no debe ser nunca inferior a 0,2 ppm, siendo un nivel recomendable el de 0,2-0,8 ppm, dependiendo del pH del agua.

Cada Barco deberá controlar los niveles de cloro libre, corrigiendo en caso necesario las desviaciones que se produzcan, clorando siguiendo las pautas que se dan en las Tablas 4.1 y 4.2.

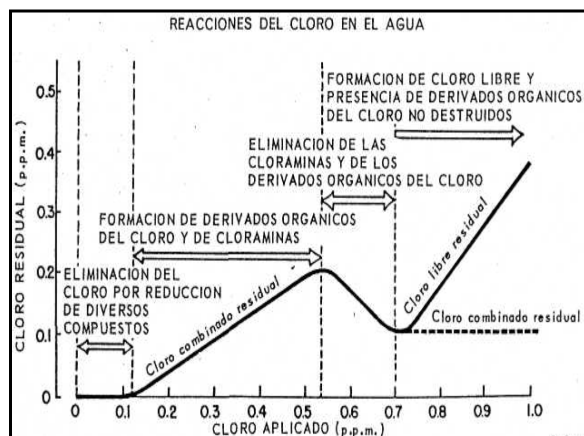


Figura 1. **Reacciones del cloro en el agua** / *Cl reactions in the water*

Tomado del Manual of instruction for water treatment plant operators, Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York

5.1.2 Compuestos para la cloración

. Cloración con tabletas sólidas de HIPOCLORITO CÁLCICO, que se emplean disolviendo una tableta en un determinado número de metros cúbicos que indica el fabricante en la etiqueta. Es de uso muy cómodo y seguro, ocupa poco espacio, pero su coste es elevado.

. Cloración con lejías comerciales (HIPOCLORITO SÓDICO SIN DETERGENTES), calificadas en el envase como "APTA PARA LA DESINFECCIÓN DE AGUAS DE CONSUMO PÚBLICO". Se presentan en forma líquida con distintas concentraciones de cloro (nº de gramos de cloro por litro de lejía a salida de fábrica). Por ello en las tablas 1 y 2 se indican las cantidades aproximadas que hay que añadir a un determinado número de litros de agua a desinfectar con diferentes lejías según su concentración de cloro:

Tabla 4.1: Instrucciones para la desinfección de tanque de agua potable / *Instructions to desinfect the container of the drinking water*

. Limpieza de los tanques. . Determinar el volumen de agua. La cantidad de desinfectante se determinará por el siguiente cuadro:		
Capacidad del sistema (incluidos tanques y tuberías) en litros	Cantidad de compuesto de cloro del sistema necesaria: lejía (en litros)	
	Al 5% (50 gr. cloro/litro)	Al 10% (100 gr. cloro/litro)
1000	1	0,5
5000	5	2,5
10000	10	5

. Introducir la solución de cloro en los depósitos de agua potable.
. Inmediatamente después, llenar los depósitos completamente de agua.
. Abrir grifos y desaguaderos hasta que aparezca agua clorada.
. Debe dejarse que el agua clorada permanezca en los tanques de depósito durante al menos 4 horas; puede reducirse a 1 hora, aumentando la dosis al doble.
. Posteriormente, los tanques y tuberías deben vaciarse y lavarse con agua potable hasta que el agua ya no tenga un desagradable sabor a cloro.

Tabla 4.2: Cloración doméstica del agua destinado a la bebida / *Domestic cloration of drinking water*

Cantidad de las distintas lejías comerciales a base de hipoclorito sódico (que incluyen la leyenda "Apta para la desinfección del agua de bebida") que, según su concentración inicial a la salida de fábrica (dato que figura en los envases), es preciso añadir al agua destinada a la bebida o higiene personal:				
Concentración inicial de la lejia	Cantidad de agua a depurar			
(cloro libre o activo/litro)	2 litros	10 litros	100 litros	1.000 litros
0,2% (20 gr. cloro/litro lejía)	6 gotas	30 gotas	15 cc.	150cc
0,5% (50 gr. cloro/litro lejía)	2 gotas	12 gotas	6 cc.	60 cc.
$0,8% (80 gr. cloro/litro lejía)	1 gota	7 gotas	3,5 cc.	35 cc.
1% (100 gr. cloro/litro lejía)	1 gota	6 gotas	3 cc.	30 cc.
Dejar actuar durante 30 minutos.				

Tomado de Guía sanitaria a bordo. Seguridad Social. Ministerio de Trabajo.

Las lejías tienen menor coste, pero ocupan mayor espacio, son de más difícil manejo.

5.1.3 Factores que influyen en la cloración:

Los factores que influyen en la cloración y que sin lugar a dudas hay que tener en cuenta son:

a. Tipo y número de los gérmenes a ser destruidos o inactivados.
b. El tipo y concentración del desinfectante usado.
c. La temperatura del agua.
d. El tiempo de contacto; al menos 30 minutos de contacto con el desinfectante.
e. La naturaleza del agua a ser desinfectada.
f. El pH (acidez/alcalinidad) del agua.
g. Buena mezcla entre el desinfectante y toda el agua a desinfectar.

Por su influencia en la acción germicida del cloro, vamos a referirnos a tres de ellos:

pH del agua: En la reacción de formación del ácido hipocloroso a partir del cloro molecular, el equilibrio se desplaza hacia la formación de ácido hipocloroso cuando el pH del agua es superior a 4. Sin embargo, cuanto mayor es el pH del agua, el ácido hipocloroso tiende a ionizarse y a formar ion hipoclorito, que tiene una actividad germicida mucho menor que el ácido hipocloroso, por eso cuando el pH es de 8,5 habrá que aumentar las cantidades de cloro añadidas al agua para conseguir el mismo efecto bactericida.

En la tabla 5 se exponen las concentraciones de cloro con respecto al pH del agua para alcanzar una desinfección eficiente

El cloro contenido en el agua en forma de ácido hipocloroso o ion hipoclorito se denomina cloro residual libre.

Temperatura: La rapidez de la desinfección con cloro es proporcional a la temperatura del agua, de manera que, en igualdad de las demás condiciones, la eficacia de la cloración aumenta con la temperatura; pero, como en el agua fría el cloro es más estable y permanece durante más tiempo, se compensa hasta cierto punto la rapidez menor de la desinfección.

Tiempo de contacto: Uno de los factores más importantes en la práctica de la cloración es el periodo disponible para las acciones mutuas entre el cloro y los componentes del agua. Su duración mínima ha de ser de 10 a 15 minutos, pero es preferible prolongarla varias horas para conseguir una desinfección eficaz sin que el agua suministrada llegue al consumidor con una concentración inconveniente de cloro residual.

Tabla 5: Concentración mínima de cloro libre residual recomendada para una desinfección eficiente/ *Recommended concentration lf residual free Cl. For an effective desinfection of water*

pH	Cloro libre residual en ppm.
De 6,0 a 7,0	0,2
De 7,0 a 8,0	0,2
De 8,0 a 9,0	0,4
De 9,0 a 10,0	0,8
Más de 10	0,8 (con un periodo más prolongado)

Tomado del Manual of instruction for water treatment plant operators, Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York

5.1.4 Problemas derivados de la cloración

Siendo el agua como es indispensable para la vida, es necesario poner a disposición de los consumidores un abastecimiento satisfactorio, haciendo todo lo posible para obtener un suministro de la mejor calidad. Una desinfección incorrecta, el uso de productos inadecuados o de tratamientos poco eficaces, puede poner en peligro la aceptabilidad del abastecimiento y en consecuencia la salud de los consumidores.

Las consecuencias técnicas y sanitarias que de dichas anomalías puedan producirse, son:

a. Por exceso de cloración:

-Formación de productos químicos secundarios, algunos potencialmente peligrosos para la salud.
- Producción de olores y sabores extraños.
- Aumento de la corrosión de conducciones y depósitos.
- Aumento en los gastos de depuración del agua.

b. Por la mezcla de agua tratada con agua sin tratar o mezclas de aguas de diferentes tratamiento (hipoclorito-cloraminas).

- Anulación del poder desinfectante del cloro.
- Modificación de las características de potabilidad (variación de pH, conductividad, turbidez, olor y sabor).

CALIDAD DEL AGUA, TOMA DE MUESTRAS Y CONTROL DE POTABILIDAD. NORMAS

6.1. CRITERIOS DE CALIDAD

La calidad del agua se mide en términos de sus características físicas, químicas y biológicas.

Características físicas: Hacen referencia al olor, sabor, color y turbidez.

Características químicas: Hacen relación al contenido de minerales como el hierro y el manganeso, y a otras sustancias que son fácilmente identificables por su efecto sobre la ropa, ya que generalmente la mancha impide la disolución del jabón, como en el caso de alta presencia de carbonatos de calcio.

Características biológicas: El término biológico hace referencia a la presencia de organismos patógenos, como huevos, quistes, bacterias y virus, que se encuentran presentes en las excretas humanas, en las basuras, en las aguas estancadas y en suelos contaminados con excrementos del hombre y los animales.

El agua se define como "apta para el consumo humano" cuando sea salubre y limpia y, por lo tanto, no contenga ningún tipo de microorganismo, parásito o sustancia, en una cantidad o concentración que pueda suponer un riesgo para la salud humana, y cumpla, en España, con los requisitos especificados en el Real Decreto 140/2003.

Los parámetros que se pueden determinar en el agua y que vienen indicados en el anexo 1 son:

. Parámetros microbiológicos.
. Parámetros químicos.
. Parámetros indicadores.
. Radiactividad

6.1.2 Calificación de las aguas de consumo humano

. "APTA PARA EL CONSUMO" cuando no contenga ningún tipo de microorganismo, parásito o sustancia, en una cantidad o concentración que pueda suponer un peligro para la salud humana; y cumpla con los valores paramétricos microbiológicos, químicos y radiactivos especificados en el Real Decreto 140/2003 o con los valores paramétricos excepcionados.

. "NO APTA PARA EL CONSUMO" cuando no cumpla con los requisitos del apartado anterior. Si un agua "no apta para el consumo" alcanza niveles de uno o varios parámetros cuantificados que la Autoridad Sanitaria considere que han producido o puedan producir efectos adversos sobre la salud de la población, se calificará como agua "NO APTA PARA EL CONSUMO Y CON RIESGOS PARA LA SALUD".

En el caso de incumplimiento de parámetros indicadores (tabla 6.2) la autoridad sanitaria valorará la calificación del agua como "apta o no apta para el consumo humano" en función del riesgo para la salud.

6.2 INSTRUCCIONES PARA LA TOMA DE MUESTRAS DE AGUA

Lo más recomendable es tomar las muestras de agua en los dispositivos finales de salida para su consumo u otro fin de esa agua (grifos, mangueras, etc). Por si esto no fuera posible se indican también las normas para tomar las muestras en sus lugares de almacenamiento.

6.2.1. Procedimiento para Depósitos, tanques y aljibes:

- las manos deben estar limpias (lavarse con abundante agua y jabón)
- abrir el envase estéril justo antes de la toma de muestra
- procurar no tocar el agua con las manos, como tampoco el interior, los bordes del frasco, o el tapón
- introducir el frasco una vez abierto en el agua y llenarlo. Si esto no pudiera hacerse por ser poco accesible, se sacará agua en un recipiente lo más limpio posible, trasvasándose después al frasco estéril
- cerrar el frasco rápidamente, rotulándolo o etiquetándolo con los datos necesarios para su identificación.

6.2.2. Procedimiento para grifos:

- las manos deben estar limpias (lavarse con abundante agua y jabón)
- tomar un algodón empapado en alcohol etílico de 96º
- sujetar el algodón con unas pinzas, prenderle fuego y flamear varias veces la boca del grifo cerrado (si no se dispone de algodón, se puede utilizar un mechero u otra llama para flamear)
- abrir el grifo y dejar correr el agua un minuto aproximadamente

- abrir el envase estéril justo antes de la toma de muestra
- procurar no tocar el agua con las manos, así como tampoco el interior, los bordes del frasco o el tapón
- llenar el frasco con el agua
- cerrar el frasco rápidamente, rotulándolo o etiquetándolo

6.3 CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO

Según el Real Decreto 140/2003, existen 3 controles de obligado cumplimiento:
a) Autocontrol del agua de consumo humano.
b) Vigilancia sanitaria.
c) Control del agua en grifo del consumidor.

Según este Real Decreto, las aguas de consumo humano deben cumplir una serie de valores paramétricos especificados en el anexo 1

En el barco, debido al medio en el que nos encontramos, nos limitaremos a realizar un control de la cloración, realizando en paralelo la determinación del pH del agua. Conviene recordar que un agua correctamente clorada es sinónimo de desinfección y, por tanto, de ausencia de gérmenes. Si el barco dispone de medios y dotación cualificada, podría realizarse otras determinaciones indicadoras de la calidad del agua, como conductividad, que nos orienta sobre la cantidad de sales inorgánicas disueltas en agua, turbidez, que nos indica la presencia de materia en suspensión, y presencia de coliformes, que indicarían que existe algún tipo de contaminación fecal.

6.3.1 Control de la cloración

Desde un punto de vista práctico es muy importante la determinación de cloro en el agua. El procedimiento más empleado es el que a continuación se expone:

Método del DPD o de Palin

El reactivo especifico que se emplea con este método es el dietil-parafenilen-diamina (DPD), que con pH comprendido entre 6,2 y 6,5 y en presencia de cloro, da una coloración roja proporcional a la concentración de cloro, que puede valorarse volumétricamente con una solución de sulfato ferroso amoniacal al 0,1 % (1 ml de esta solución corresponde a 0.1 mg de cloro), fotométricamente mediante un espectrofotómetro, o semicuantitativamente por comparación con una escala de color.

Se realizan dos valoraciones, en la primera de ellas se determina el cloro residual libre, mientras que en la segunda, tras la adición de ioduro potásico en exceso para liberar el cloro combinado, la valoración corresponde al cloro residual combinado en forma de libre.

Existe un cloroscopio de bolsillo (estuche para analizar el cloro, preferiblemente del tipo DPD) por el que se mide los niveles de cloro residual. Está compuesto por dos tubos, cada uno de los cuales contiene la misma medida del agua analizada para comparar su color. Uno de los tubos de muestra se colorea al añadir un reactivo sensible al cloro. El otro tubo se compara con una gama de transparencias de color; el color de la transparencia más parecido al del tubo con el reactivo indica la concentración de cloro.

Los niveles de cloro libre residual deben hallarse entre 0,2-0,8 ppm

6.3.2 Determinación del pH:

Cada vez que se realicen determinaciones para comprobar los niveles de cloro, se determinará el pH del agua, por cualquiera de los siguientes métodos:

Electrometría

Mediante electrodo combinado de pH (electrodo indicador de vidrio y un electrodo de referencia)

Colorimetría

Se puede realizar con el mismo test analítico por comparación de color que en el caso de la determinación de cloro libre residual.
Los límites de valores aceptables para el pH varían entre 6,5



Figura 2. **Kit colorimétrico cloro y pH** */Colorimetric kit for Cl and pH*

y 9,5. Valores por encima indican un agua excesivamente básica, por lo que conviene revisar los niveles de cloro. Por el contrario, valores inferiores a 6,5, indican un agua muy ácida, siendo necesario neutralizarla con bicarbonato, a razón de 50 gr. Cada 1000 litros de agua. Repetir a los 30 minutos la determinación de pH, hasta conseguir valores aceptables del mismo.

6.3.3 Otras determinaciones

Dependiendo de la propia capacidad del barco en cuanto a material y personal, se podrían realizar otra serie de determinaciones de parámetros indicadores de la calidad del agua (tabla 6).

Tabla 6: Indicadores de la calidad del agua / *indicators of the quality of the water*

Determinación	Valor paramétrico	Técnica	Origen más común
Cloro libre residual	0,2-0,8 ppm	colorimetría	Tratamiento de desinfección
pH	6,5-9,5	Colorim./elec-trometría	Tendencia acidez/alcalini-dad
Conductividad *	< 2500 µS/cm	conductimetría	Cantidad de sales inorgánicas
Turbidez*	<5 UNF	nefelometría	Materia en suspensión
Coliformes*	ausencia en 100 mL	microfiltración	Desinfección deficiente. Posible contaminación fecal

*según disponibilidad de material y personal



Figure 3. Recursos de Laboratorio para analizar el agua / *Laboratry resources for water analysis*

6.4 FRECUENCIA DE LAS DETERMINACIONES:
El control de la potabilidad del agua se debe realizar diariamente, debiendo adaptarse a la frecuencia probable de cambios en la calidad del agua; por ejemplo, el control del agua de consumo puede ser más frecuente en barcos nuevos o que han sido puestos en servicio recientemente, pero la frecuencia podrá disminuir tras examinarse los resultados. De forma similar, si el sistema de distribución de agua del barco ha sufrido una avería, deberá aumentarse la frecuencia tras su reparación, hasta que se compruebe que está claramente bajo control. Por otra parte se deberían extraer muestras para ser analizadas por el servicio médico del puerto después de cada viaje que dura más de tres meses, o en caso de viajes más cortos, cada cuatro viajes. Las muestras de agua se deberían obtener antes de llenar las cisternas para conocer el nivel sanitario de agua del último viaje.

6.5 DOCUMENTACIÓN:
Cada barco dispondrá de un libro de registro en el que vaya anotando todos los resultados obtenidos en las determinaciones periódicas de cloro residual y pH, registro de todas las actividades relacionadas con el equipo de desinfección del agua, así como las incidencias relacionadas con el agua potable. El servicio médico del puerto está obligado a tener un archivo de la inspección sanitaria de los sistemas de agua de los barcos, en el que se debería incluir la in-formación básica concerniente al sistema de agua, los resultados de los tests y las recomendaciones tras los controles.

MARCO LEGISLATIVO
7.1 LEGISLACIÓN NACIONAL

. Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. (BOE 45 del 21/02/2003). Corrección de erratas Real Decreto 140/2003 (BOE 54 del 4/03/2003).

. Orden SCO 1591/2005, de 30 mayo sobre el sistema de información nacional de agua de consumo. (BOE 131 del 2/06/2005)

. Orden SCO 2967/2005, de 12 de septiembre por la que se amplia la de 21/07/1994, que regula los ficheros de datos de carácter personal, gestionados por el Ministerio Sanidad y Consumo, y se crea el fichero del Sistema de información nacional de agua de consumo. (BOE 229 del 24/09/2005).

. Orden SCO 3719/2005, de 21 de noviembre sobre sustancias para el tratamiento del agua destinada a la producción de agua de consumo humano. (BOE 287 del 1/12/2005).

. Orden MAM/3207/2006, de 25 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción técnica complementaria MMA-EECC-1/06, determinaciones químicas y microbiológicas para el análisis de las aguas.

. Orden-sco-778-2009-metodos alternativos analisis microbiologico de aguas de consumo

. Orden SAS-1915-2009 sobre sustancias para el tratamiento del agua destinada a la producción de agua de consumo humano

7.2 LEGISLACIÓN COMUNITARIA

. Directiva 98/83/CE del Consejo, de 3 de noviembre de 1998, relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano (DOCE L Nº 330 de 5 de diciembre de 1998).

. Directiva 91/692/CEE del Consejo, de 23 de diciembre de 1991, sobre la normalización y la racionalización de los informes relativos a la aplicación de determinadas directivas referentes al medio ambiente.

. Decisión 92/446/CEE de la Comisión, de 27 de julio de 1992 relativa a los cuestionarios de las Directivas sobre aguas. Modificada por la Decisión 95/337/CE.

. Directiva 2000-60-CE por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas

. Decisión 2002/359/CE de la Comisión, de 13 de mayo 2002 sobre el procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción en contacto con el agua destinada al consumo humano, de conformidad con el apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo.

BIBLIOGRAFIA

1. Aguilar Espinar, J. Carlos. Sanidad Naval 1ª ed. Ministerio de Defensa. Secretaría General Técnica. 2000.
2. Cox, CH. R. Práctica y vigilancia de las operaciones de tratamiento del agua. O.M.S. Serie de Monografías, nº 49. Ginebra. 1966.
3. .Desinfección de Emergencia del Agua Potable. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. EPA 815-F-00-006. 2000.
4. ISM. Guía sanitaria a bordo 2006 [on line]. Acceso 10 enero 2011, Disponible en: http://www.seg-social.es/Internet_1/Trabajadores/
5. Trabajadoresdelmar/SanidadMaritima/GuiaSanitariaaBordo/index.htm
6. Guidelines for Drinking Water Quality, Vol. I World Health Organization Geneva, 1984 [on line] acceso 18 de enero 2011. Contaminantes y Estándares. Disponible en http://www.epa.gov/safewater/contaminants/index.html y http://www.epa.gov/safewater/standards.html
7. J.Rodier. L'analyse de l'eau. eaux naturelles, eaux residuaires, eau de mer. [Análisis de las Aguas (Aguas Naturales, Aguas Residuales y Agua de Mar)]. Editorial Omega 1981.
8. Larburu J. R., Vecino J. A. Guía de Control de contaminación a Bordo de los buques. 1994.
9. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residules. APHA-AWWA-WPCF. Ed. Díaz de Santos. 1992.
10. Ministerio de sanidad y Consumo. Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios del agua de consumo humano (BOE nº45 de 21 de febrero de 2003
11. World Health Organización, Guidelines for drinking-water quality.Third edition Volume I. Recommendations. 2004. Stenco.Tratamientos de aguas. 3a edición. 2003
12. World Health Organization, Guidelines for drinking-water quality, Second edition Volume 2. Health criteria and other supporting information. 1996.